

Jurnal Lahan Suboptimal

ISSN: 2252-6188 (Print), ISSN: 2302-3015 (Online, [www.jlsuboptimal.unsri.ac.id](http://www.jlsuboptimal.unsri.ac.id))

Vol. 3, No.2: 97-104, Oktober 2014

## Upaya Peningkatan Pemulihan Tanaman Padi Terhadap Cekaman Terendam Melalui Perlakuan Pemupukan Setelah Terendam

*Effort in Improving Recovery Rice Plants into Stress Submerged Through Fertilization After Submerged*

Gribaldi<sup>\*)1</sup>, Rujito A. Suwignyo<sup>2</sup>, Merry Hasmeda<sup>2</sup> dan Renih Hayati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Baturaja

<sup>2</sup>Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Telp. +628127133718, Fax. (0735) 321822

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: [gribaldi64@yahoo.co.id](mailto:gribaldi64@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

Plants get stressed shortly after submerged, to improve the recovery and subsequent metabolic processes as well as internal repairs required plant availability of adequate carbohydrate reserves after submerged. Giving fertilization treatment after being submerged is an effort to improve plant recovery after being submerged. This study was aimed to obtain the best fertilization to increase rice recovery to submergence stress through the fertilization after being submerged. The experimental design used was factorial completely randomized design with three replications. The factor consists of rice varieties (Inpara 3 dan IR 64) and treatment (N): Without soaking, basic fertilization (N1), submerged 7-14 DAP (fertilization of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O (N2), and fertilization of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + (Si + Zn) (N3), as well as fertilization of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + PPC micro (N4)) given 7 days after submerged, the submerged 7-14 and 28-35 DAP (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O (N5), and fertilization of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + (Si + Zn) (N6) and fertilization of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + PPC micro (N7)) given 7 days after the first submerged. The results showed that the growth and grain yield decreased with more frequent of rice plants in stress submerged condition. Fertilization can improve recovery after being submerged rice plants, where the best recovery obtained on varieties of rice plants treated with fertilization of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O + PPC micro 7 days after being submerged.

Keywords: Fertilization, recovery, rice, stress submerged

### ABSTRAK

Tanaman mengalami stres sesaat setelah terendam untuk meningkatkan pemulihan dan proses metabolisme berikutnya serta perbaikan internal tanaman diperlukan ketersediaan cadangan karbohidrat yang cukup setelah terendam. Pemberian perlakuan pemupukan setelah terendam merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan pemulihan tanaman setelah terendam. Penelitian ini bertujuan mendapatkan pemupukan yang terbaik untuk meningkatkan pemulihan tanaman padi terhadap cekaman terendam melalui pemupukan setelah terendam. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial, setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama adalah: Varietas Padi (V) terdiri atas: Varietas Inpara 3 (V1) dan Varietas IR 64 (V2). Faktor kedua adalah Perlakuan (N), terdiri atas: Tanpa perendaman, pemupukan dasar (N1); Perendaman 7-14 hst (pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O (N2) dan pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + (Si + Zn) (N3) serta pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + PPC mikro (N4)) diberikan 7 hari setelah terendam; Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst (pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O (N5) dan pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + (Si + Zn) (N6) serta pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + PPC mikro (N7)) diberikan 7 hari setelah perendaman pertama. Hasil penelitian menunjukkan

pertumbuhan dan hasil gabah semakin menurun dengan semakin sering tanaman padi mengalami cekaman terendam. Pemupukan setelah terendam dapat meningkatkan pemulihan tanaman padi; pemulihan terbaik diperoleh pada varietas tanaman padi yang diberi perlakuan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  + PPC mikro 7 hari setelah terendam.

Kata kunci: Cekaman terendam, tanaman padi, pemupukan, pemulihan

## PENDAHULUAN

Kondisi lahan yang terendam air dapat menyebabkan gangguan metabolisme pada kebanyakan tanaman budidaya. Hal ini bukan disebabkan kelebihan air, melainkan akibat kekurangan oksigen (defisiensi oksigen). Tanaman padi yang terendam berakibat suplai oksigen berkurang. Menurut Armstrong dan Drew (2002), difusi oksigen di air lebih lambat  $10^4$  kali dibandingkan di udara. Penurunan difusi gas ini mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan, metabolisme dan toleransi tanaman (Sarkar *et al.* 2006). Armstrong dan Drew (2002) mengungkapkan bahwa lingkungan akar yang kekurangan oksigen sangat menghambat penyerapan ion oleh akar dan transpor ion ke tajuk sehingga konsentrasi hara N, P dan K di daun menurun. Selain itu tanaman yang terendam mengalami stres sesaat setelah terendam. Untuk proses metabolisme berikutnya dan perbaikan internal tanaman, diperlukan ketersediaan cadangan karbohidrat yang cukup setelah terendam. Pemberian perlakuan pemupukan setelah terendam merupakan upaya untuk mengatasi hal ini sehingga dapat meningkatkan pemulihan tanaman setelah terendam. Hasil penelitian pada tanaman padi yang dilakukan oleh IRRI dan Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (2009) menyebutkan bahwa pemberian pupuk setelah cekaman terendam yang dilakukan satu minggu setelah cekaman terendam selesai dan dosis pupuk yang diberikan sekitar 30-50 kg N, 20-30 kg  $P_2O_5$  dan 20-30 kg K per hektar dapat mempercepat pemulihan tanaman padi.

Pemulihan setelah terendam memerlukan unsur hara yang cukup dan dapat dengan cepat diserap tanaman. Pemupukan melalui daun merupakan penambahan dan penyempurnaan

pemberian pupuk melalui tanah atau akar pada keadaan tertentu saat daya serap akar terhadap unsur-unsur penting berkurang. Salah satu upaya mengatasi masalah tersebut dengan pemberian Pupuk Pelengkap Cair (PPC) mikro sebagai penambahan unsur hara Si dan Zn melalui daun, dengan dosis anjuran untuk pertanaman padi adalah 2 cc.L<sup>-1</sup> air. Selanjutnya Suwignyo (2005) menyebutkan bahwa pemberian perlakuan "*Plant Phytoregulator*" dan nitrogen dapat membantu tanaman padi mempercepat pemulihan setelah terendam.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan pemupukan yang terbaik untuk meningkatkan pemulihan tanaman padi terhadap cekaman terendam melalui pemupukan setelah terendam.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilakukan di rumah kaca Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan dan tiga ulangan. Adapun perlakuan percobaan terdiri atas: **Varietas Padi (V)** terdiri atas: V1 = Varietas Inpara 3, V2 = Varietas IR 64, sedangkan **Perlakuan (N)**, terdiri atas: N1 = Tanpa perendaman, pemupukan dasar, N2 = Perendaman 7-14 hst dan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  7 hari setelah terendam, N3 = Perendaman 7-14 hst dan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  + (Si + Zn) 7 hari setelah terendam, N4 = Perendaman 7-14 hst dan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  + PPC mikro 7 hari setelah terendam, N5 = Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst dan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  7 hari setelah perendaman pertama, N6 = Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst dan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$

+ (Si + Zn) 7 hari setelah perendaman pertama, N7 = Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst dan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  + PPC mikro 7 hari setelah perendaman pertama.

Benih varietas Inpara 5 dan IR 64 diinkubasi selama 3 hari, setelah berkecambah disemaikan dalam media bak plastik berukuran panjang 40 cm, lebar 30 cm dan dalam 13 cm yang diisi tanah rawa lebak sebanyak 15 kg; tanah sebelumnya diberi perlakuan pemupukan N, P, K, Si dan Zn serta pupuk kandang, masing-masing dengan dosis 60, 40, 40, 30 dan 20  $kg \cdot ha^{-1}$  serta 10  $ton \cdot ha^{-1}$  (Suwignyo *et al.* 2012). Bibit yang telah berumur 21 hari di bak persemai dicabut dan ditanam tiga bibit tanaman padi kedalam masing-masing *polybag* hitam yang telah diisi tanah rawa lebak masing-masing sebanyak 5 kg dan telah digenangi lebih kurang selama 30 hari. Perlakuan perendaman disesuaikan dengan masing-masing perlakuan, untuk perlakuan N2, N3 dan N4 direndam 7-14 hst dan untuk perlakuan N5, N6, N7 direndam 7-14 hst dan 28-35 hst. Perendaman dilakukan pada umur tanaman padi 7 hari setelah tanam (HST) selama 7 hari. Tinggi rendaman air minimal 15 cm dari permukaan tanaman.

Pemupukan dasar (Urea 100, TSP 100 dan KCl 100 ( $kg \cdot ha^{-1}$ )) dilakukan pada saat tanam dan pemupukan setelah terendam dilakukan 21 hst dengan dosis untuk N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Si dan Zn masing-masing sebanyak 50, 30, 30, 30, 20 ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) serta PPC mikro 2  $mL \cdot L^{-1}$  air. Pemberian pupuk PPC mikro diberikan selang waktu 7 hari sekali sampai fase primordial, sedangkan pupuk anorganik pemberiannya dengan cara dibenamkan ke dalam tanah sedalam 10 cm.

Pengamatan: 1) Tinggi tanaman (cm), 2) Jumlah anakan (anakan), 3) Berat kering tanaman (g), 4) Rasio akar/tajuk, 5) Umur berbunga (hari), 6) Hasil gabah per rumpun (g).

## HASIL

Hasil analisis keragaman pada Tabel 1 menunjukkan bahwa untuk setiap peubah antar varietas berpengaruh nyata untuk

tinggi tanaman, jumlah anakan dan umur berbunga sedangkan antar perlakuan pemupukan berpengaruh nyata untuk semua peubah yang diamati. Interaksi antara varietas dan perlakuan pemupukan berpengaruh tidak nyata kecuali umur berbunga.

### Tinggi Tanaman

Hasil uji F menunjukkan perlakuan pemupukan dan varietas berpengaruh nyata, namun interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman. Tinggi tanaman dengan perendaman dua kali (N5, N6, N7) cenderung lebih rendah dibanding yang mengalami perendaman satu kali (N2, N3, N4), pada berbagai perlakuan pemupukan untuk semua varietas yang diuji. Varietas Inpara 3 dan IR 64 yang diberi perlakuan pemupukan N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) cenderung memiliki tinggi tanaman tertinggi yaitu 117 dan 97 cm dan mendekati tinggi tanaman pada perlakuan tidak terendam (N1) yaitu 124 dan 98 cm (Tabel 2).

### Jumlah Anakan

Hasil uji F menunjukkan perlakuan pemupukan dan varietas berpengaruh nyata, namun interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah anakan. Pemberian perlakuan pemupukan pada varietas yang mengalami perendaman dua kali (N5, N6, N7) cenderung jumlah anakan lebih sedikit dibanding yang mengalami perendaman satu kali (N2, N3, N4). Varietas Inpara 3 dan IR 64 yang diberi perlakuan pemupukan N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) cenderung memiliki jumlah anakan tertinggi yaitu 3,8 dan 5,8 anakan dan mendekati jumlah anakan varietas ini pada perlakuan tidak terendam (N1) yaitu 4,3 dan 6,2 anakan (Gambar 1).

### Berat Kering Tanaman

Hasil uji F menunjukkan perlakuan pemupukan dan varietas berpengaruh nyata, namun interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap berat kering tanaman. Pemberian perlakuan pemupukan pada varietas yang

mengalami perendaman dua kali (N5, N6, N7) cenderung berat kering tanaman lebih rendah dibanding varietas yang mengalami perendaman satu kali (N2, N3, N4). Varietas Inpara 3 dan IR 64 yang diberi perlakuan

pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) cenderung memiliki berat kering tanaman tertinggi yaitu masing-masing 5 g per tanaman (Gambar 2).

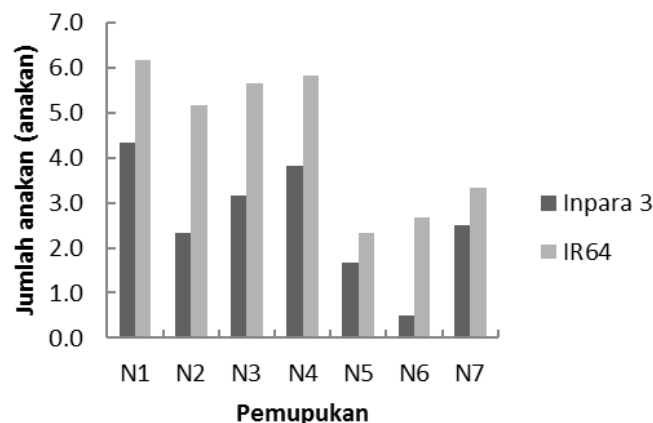
Tabel 1. Hasil analisis keragaman pengaruh berbagai perlakuan pemupukan setelah cekaman terendam pada beberapa varietas padi terhadap peubah yang diamati

Peubah yang diamati	Varietas	Pemupukan	Interaksi
Tinggi tanaman	*	*	Ns
Jumlah anakan	*	*	Ns
Berat kering tanaman	Ns	*	Ns
Rasio akar tajuk	Ns	*	Ns
Umur berbunga	*	*	*
Berat gabah per rumpun	Ns	*	Ns

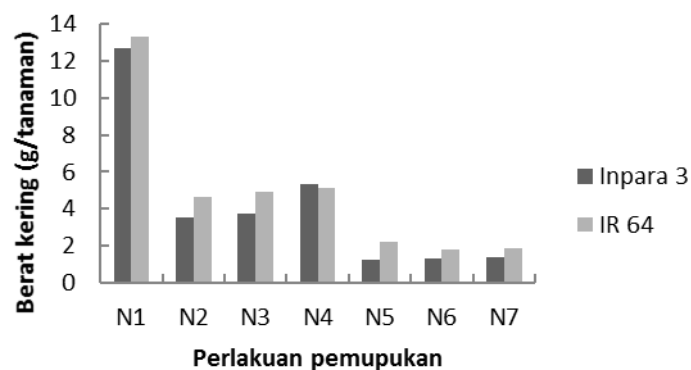
Keterangan: \* = berpengaruh nyata; Ns = berpengaruh tidak nyata

Tabel 2. Tinggi tanaman (cm) umur 42 hst pada beberapa varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam

Varietas	Perlakuan pemupukan						
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
Inpara 3	124	113	117	117	81	74	78
IR 64	98	96	95	97	76	77	81



Gambar 1. Jumlah anakan 42 hst pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.



Gambar 2. Berat kering tanaman umur 42 hst, pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.

### Rasio Akar Tajuk

Hasil uji F menunjukkan perlakuan pemupukan berpengaruh nyata, namun varietas dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap rasio akar tajuk. Pemberian perlakuan pemupukan pada varietas yang mengalami perendaman dua kali (N5, N6, N7) cenderung nilai rasio akar tajuk lebih rendah dari varietas yang mengalami perendaman satu kali (N2, N3, N4). Varietas yang tidak memiliki gen *Sub-1* (IR 64) cenderung nilai rasio akar tajuk lebih tinggi dari pada varietas yang memiliki gen *Sub-1* (Inpara 3) (Tabel 3).

### Umur Berbunga

Hasil uji F menunjukkan perlakuan pemupukan dan varietas serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap umur berbunga. Pemberian pemupukan pada varietas yang mengalami perendaman dua kali (N5, N6, N7) cenderung menyebabkan umur berbunga lebih lama dibanding varietas yang mengalami perendaman satu kali (N2, N3, N4). Varietas Inpara 3 dan IR 64 yang

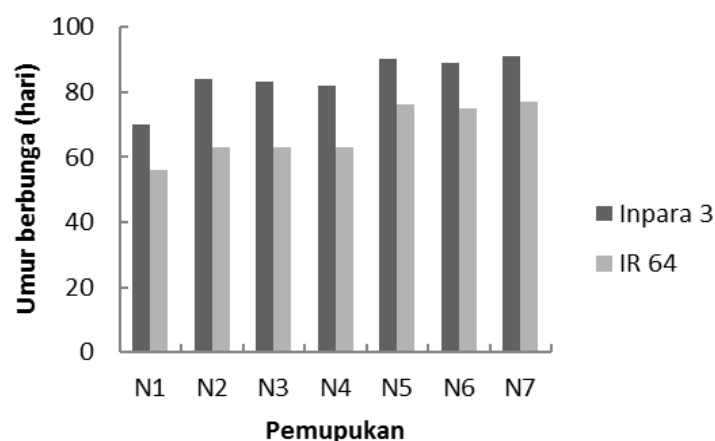
diberi perlakuan pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) cenderung umur berbunganya lebih cepat yaitu 82 dan 63 hari dan mendekati umur berbunga pada perlakuan tidak terendam (N1) yaitu 70 dan 56 hari (Gambar 3).

### Hasil Gabah per Rumpun

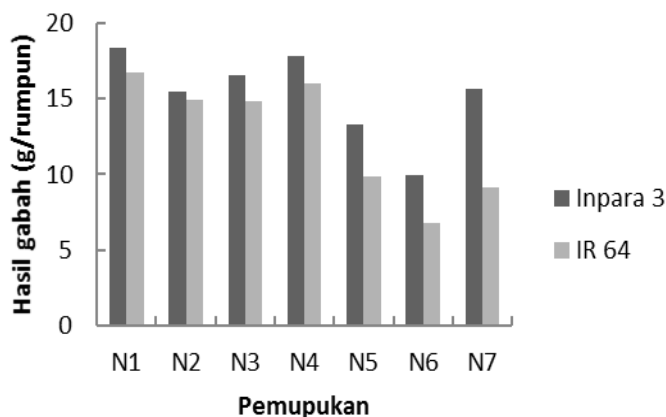
Hasil uji F menunjukkan perlakuan pemupukan berpengaruh nyata, namun varietas dan interaksi berpengaruh tidak nyata terhadap hasil gabah per rumpun. Pemberian perlakuan pemupukan pada varietas yang mengalami perendaman dua kali (N5, N6, N7) cenderung hasil gabah per rumpun lebih rendah dibanding varietas yang mengalami perendaman satu kali (N2, N3, N4). Varietas Inpara 3 dan IR 64 yang diberi perlakuan pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) cenderung memiliki hasil gabah tertinggi masing-masing yaitu 17,85 dan 16,02 g per rumpun dan mendekati hasil gabah yang tidak mengalami perendaman (N1) yaitu 18,34 dan 16,73 g per rumpun (Gambar 4).

Tabel 3. Nilai rasio akar tajuk umur 42 hst pada beberapa varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam

Varietas	Perlakuan pemupukan						
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
Inpara 3	0,36	0,26	0,20	0,19	0,12	0,13	0,23
IR 64	0,42	0,28	0,27	0,20	0,22	0,18	0,15



Gambar 3. Umur berbunga pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.



Gambar 4. Hasil gabah pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.

### PEMBAHASAN

Pemberian perlakuan pemupukan setelah terendam dapat meningkatkan pemulihan tanaman padi terhadap cekaman terendam, hal ini dapat dilihat dari perubahan tinggi tanaman, jumlah anakan dan hasil gabah per rumpun yang memiliki nilai mendekati perubahan pada tanaman padi yang tidak terendam (N1). Menurut Zhou (2010), kemampuan pemulihan pada tanaman yang telah tercekam terendam merupakan hal yang sangat penting. Hasil penelitian Makarim *et al.* (2009) menyebutkan bahwa pemulihan yang baik untuk tanaman padi yang mengalami cekaman terendam ditandai dengan cepatnya keluar anakan baru sehingga pada akhir pertumbuhan, tanaman memiliki jumlah anakan yang hampir sama atau bahkan melebihi dibandingkan dengan tanaman yang tidak mengalami rendaman.

Perlakuan perendaman dua kali (7-14 hst dan 28-35 hst) pada tanaman padi menunjukkan penurunan yang lebih besar dibanding perendaman satu kali (7-14 hst) pada semua variabel. Hal ini disebabkan tanaman yang lebih sering terendam dapat mengakibatkan terhambatnya proses metabolisme tanaman. Sairam *et al.* (2009) menyatakan bahwa kekurangan oksigen akibat tercekam terendam merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan produktivitas.

Armstrong and Drew (2002) juga mengungkapkan bahwa lingkungan akar yang kekurangan oksigen sangat

menghambat penyerapan ion oleh akar dan transfer ion ke tajuk sehingga konsentrasi N, P dan K di daun menurun. Menurut Pang *et al.* (2004), cekaman terendam lebih menekan pertumbuhan akar dari pada tajuk. Hal ini dapat dilihat pada perubahan nilai akar tajuk pada percobaan ini yang lebih rendah pada tanaman yang terendam dibandingkan yang tidak terendam. Selain itu, hasil percobaan ini menunjukkan varietas IR 64 yang tidak memiliki gen *Sub-1* memiliki nilai rasio akar tajuk lebih tinggi dibanding varietas Inpara 3 yang memiliki gen *Sub-1*, hal ini diduga varietas IR 64 yang tidak memiliki gen *Sub-1* perkembangan akarnya lebih baik sebagai upaya adaptasi tanaman untuk mengatasi kondisi cekaman. Untuk meningkatkan perkembangan akar diperlukan upaya perlakuan pemulihan setelah tercekam rendaman, melalui pemupukan setelah terendam agar unsur hara yang diperlukan tanaman cukup dan dapat dengan cepat diserap tanaman. Pemberian kombinasi pemupukan melalui akar dan daun merupakan salah satu upaya untuk mengatasi kondisi ini. Suwignyo (2005) menyebutkan bahwa pemberian perlakuan "*Plant Phyto regulator*" dan nitrogen dapat membantu tanaman padi mempercepat pemulihan setelah terendam. Pemberian perlakuan pemupukan setelah terendam dengan pemupukan N,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) merupakan perlakuan pemupukan terbaik

dalam meningkatkan pemulihan tanaman padi, hal ini terlihat perubahan hampir pada seluruh peubah yang diamati.

Varietas Inpara 3 dan IR 64 yang diberi perlakuan pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan K<sub>2</sub>O + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) menghasilkan hasil gabah per rumpun yang tinggi, karena pertumbuhan varietas ini lebih baik dari pada perlakuan pemupukan lainnya, hal ini dapat dilihat dari perubahan tinggi tanaman, jumlah anakan dan berat kering tanaman. Berat kering tanaman yang tinggi pada perlakuan N4 ini disebabkan tinggi tanaman yang tinggi dan jumlah anakan yang banyak mengakibatkan pertumbuhan tanaman lebih baik sehingga mampu menghasilkan gabah yang tinggi pula.

Hasil penelitian menunjukkan jumlah anakan yang tinggi pada varietas IR 64 dibandingkan pada varietas Inpara 3, hal ini lebih disebabkan perkembangan akar yang meningkat setelah rendaman berakhir akan memacu terbentuknya anakan baru atau tunas baru.

Cekaman terendam juga dapat memperlama umur berbunga dengan pemberian pemupukan setelah terendam dapat mempercepat umur berbunga tanaman padi. Varietas Inpara 3 dan IR 64 yang diberi pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan K<sub>2</sub>O + PPC mikro 7 hari setelah terendam (N4) memiliki umur berbunga tercepat yaitu 82 dan 63 hari atau lebih lambat 12-6 hari dibandingkan dengan yang tidak mengalami cekaman terendam. Menurut Makarim *et al.* (2009), terlambatnya umur berbunga atau umur panen tanaman padi akibat perendaman merupakan aspek negatif lainnya dari pengaruh rendama.

### KESIMPULAN

Pertumbuhan dan hasil gabah semakin menurun dengan semakin sering tanaman padi mengalami cekaman terendam. Pemberian pemupukan setelah terendam dapat meningkatkan pemulihan tanaman padi setelah cekaman terendam. Peningkatan pemulihan terbaik diperoleh pada varietas tanaman padi yang diberi

perlakuan pemupukan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan K<sub>2</sub>O + PPC mikro 7 hari setelah terendam.

### DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong W, Drew MC. 2002. *Root growth and metabolism under oxygen deficiency*. In: Waisel Y, Eshel A and Kafkafi U, eds. *Plant Roots: the Hidden Half*, 3<sup>rd</sup> Ed. New York: Marcel Dekker, p.729-761.
- IRRI dan Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2009. *Padi Toleran Rendaman*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Makarim AK, Suhartatik E, Pratiwi GR, Ikhwan. 2009. *Perakitan Teknologi Produksi Padi pada Lahan Rawa dan Rawan Rendaman untuk Produktivitas Minimal 7 Ton.ha<sup>-1</sup>*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, belum dipublikasi.
- Pang JY, Zhou MX, Mendham NJ, Li HB, Shabala S. 2004. Comparison of growth and physiological responses to waterlogging and subsequent recovery in six barley genotypes. *Australian Journal of Agricultural Research* 55:895-906.
- Sairam RK, Kumutha D, Ezhilmathi K. 2009. Waterlogging tolerance: nonsymbiotic haemoglobin-nitric oxide homeostatis and antioxidants. *Curreny Science* 96(5):674-682.
- Sarkar RK, Reddy JN, Sharma SG, Ismail AM. 2006. Physiological basis of submergence tolerance in rice and implications on crop development. *Current Science* 91:899-906.
- Suwignyo RA. 2005. Pernercepatan pertumbuhan kembali bibit padi pasca terendam setelah mendapat perlakuan "Plant Phyto regulator" dan Nitrogen. *Jurnal Tanaman Tropika* 8(2):45-52.
- Suwignyo RA, Wijaya A, Sihombing H, Gribaldi. 2012. Modifikasi aplikasi unsur hara untuk perbaikan vigorasi

- bibit padi dalam cekaman terendam.  
*Jurnal Lahan Suboptimal* 1(1):1-11.
- Zhou MZ. 2010. Improvement of plant waterlogging tolerance. In: Mancuso S, Shabala S, eds. Waterlogging Signalling and Tolerance in Plants. Heidelberg, Germany: *Springer-Verlag*, p.267-285.